

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

APPLICANTS: Reitter et al.
SERIAL NO.: 09/809.958 GROUP ART UNIT: 2862
FILED: March 16, 2001
TITLE: "APPARATUS FOR GENERATING ACOUSTIC WAVES"

Assistant Commissioner for Patents

Washington, D.C. 20231

S I R:

Applicants herewith submit a certified copy of German Application No. 10012878.5, filed in the German Patent and Trademark Office on March 16, 2000, on which Applicants base their claim for convention priority under 35 U.S.C. § 119.

Submitted by,

Steven H. Noll

(Reg. 28,982)

SCHIFF, HARDIN & WAITE

CUSTOMER NO. 26574

Patent Department

6600 Sears Tower

233 South Wacker Drive

Chicago, Illinois 60606

Telephone: 312/258-5790

Attorneys for Applicants.

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on July 5, 2001.

Steven H. Noll

STEVEN H. NOLL



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 12 878.5

Anmeldetag: 16. März 2000

Anmelder/Inhaber: Siemens AG, München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen

IPC: B 06 B, G 10 K, A 61 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. März 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Waasmaier

Beschreibung

Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen mit einem Schallwandler aufweisend eine erste als Membran dienende und an ein akustisches Ausbreitungsmedium angrenzende Elektrode und eine zweite von der ersten be-
10 standete Elektrode, zwischen welchen sich ein Elektrolyt befindet.

Eine derartige Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen arbeitet nach dem thermohydraulischen Prinzip. Durch die kurzzeitige Aufheizung des elektrisch leitfähigen, zwischen
15 den Elektroden befindlichen Elektrolyten mit Hilfe eines Heizstromes, welcher infolge eines an die Elektroden angelegten elektrischen Impulses fließt, kann elektrische Energie direkt und praktisch verlustfrei in thermische Energie des Elektrolyten umgesetzt werden. Durch die durch den Heizstrom
20 hervorgerufene Wärmeausdehnung des Elektrolyten wird eine Druckwelle erzeugt, welche sich in dem an die erste Elektrode angrenzenden akustischen Ausbreitungsmedium ausbreiten kann. Die Vorrichtung kann demnach beispielsweise zur Erzeugung von Stoßwellen eingesetzt werden, wie sie in der Medizin bei der
25 Lithotripsie oder der Schmerztherapie verwendet werden.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist in der DE 197 02 593 A1 beschrieben. Die Vorrichtung weist eine erste massiv ausgeführte und eine zweite dünne, als Membran dienende
30 Elektrode auf, zwischen welchen sich der Elektrolyt befindet.

Nachteilig an der in der DE 197 02 593 A1 beschriebenen Vorrichtung zur Erzeugung von akustischen Wellen ist, dass eine Röntgenortung von mit der Vorrichtung zu beschallenden Objekten, wie sie beispielsweise in der Lithotripsie zur Ortung
35 von Konkrementen üblich ist, nur an der Vorrichtung vorbei erfolgen kann. Die Möglichkeiten der Röntgenortung an der

Vorrichtung sind demnach beschränkt. Dies bedeutet, dass für medizinische Anwendungen in der Lithotripsie ein behandelnder Arzt nur einen Teil des Therapiegebietes in den Röntgenaufnahmen sehen kann.

5

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart auszuführen, dass die Möglichkeiten der Röntgenortung an der Vorrichtung erweitert sind.

10

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen mit einem Schallwandler aufweisend eine erste als Membran dienende und an ein akustisches Ausbreitungsmedium angrenzende Elektrode und eine zweite von der ersten beabstandete Elektrode, zwischen welchen sich ein Elektrolyt befindet, wobei der Schallwandler durchlässig für Röntgenstrahlung ist. Infolge der Durchlässigkeit des Schallwandlers für Röntgenstrahlung kann nunmehr nach einer Variante der Erfindung die Vorrichtung insgesamt durchlässig für Röntgenstrahlung ausgebildet sein, so dass eine Röntgenortung durch die Vorrichtung hindurch während des Betriebes der Vorrichtung erfolgen kann. Der Schallwandler kann dabei in seiner radialen Ausdehnung derart ausgeführt sein, dass bei entsprechender Positionierung einer in der Regel kegelförmiges Röntgenstrahlenbündel aussendenden Röntgenstrahlenquelle relativ zu der Vorrichtung praktisch keine Abschattung des durch die Vorrichtung verlaufenden Röntgenstrahlenbündels durch die Vorrichtung erfolgt.

25

30 Nach einer Ausführungsform der Erfindung weisen die röntgentransparenten Elektroden Schichtdicken im Mikrometerbereich auf. Vorzugsweise beträgt die Schichtdicke einer Elektrode 150 Mikrometer und weniger. Auf diese Weise reichen bereits verhältnismäßig geringe Röntgendosen aus, um die Elektroden und somit den Schallwandler durchstrahlen zu können.

35

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Elektroden eine homogene Struktur und glatte Oberflächen aufweisen. Auf diese Weise erhält man beim Durchstrahlen des Schallwandlers Röntgenbilder, welche praktisch
5 frei von röntgenpositiven Überlagerungen seitens der Elektroden sind, welche bei einer inhomogenen Struktur der Elektroden auftreten würden. Da also in derart erzeugten Röntgenbildern keine von dem Schallwandler herrührende Überlagerungen vorhanden sind, ist auch die Wahrscheinlichkeit einer Fehlinterpretation der Röntgenbilder nahezu ausgeschlossen.
10

Da es sich bei dem verwendeten Elektrolyten des Schallwandlers gegebenenfalls um eine aggressive, Korrosionen hervorrufende Substanz handeln kann, sieht eine Ausführungsform der
15 Erfindung vor, die Elektroden aus einem korrosionsbeständigen Material auszubilden. Gemäß einer Variante der Erfindung sind die Elektroden aus Edelstahl oder Aluminium ausgebildet.

Werden mit dem Schallwandler ebene akustische Wellen erzeugt,
20 so ist es nach einer Variante der Erfindung vorgesehen, dass die Vorrichtung eine akustische Linse, vorzugsweise eine akustische Sammellinse aufweist, welche die akustischen Wellen auf einen Fokusbereich fokussiert. Auf eine derartige akustische Linse zur Fokussierung der akustischen Wellen kann jedoch
25 verzichtet werden, wenn nach einer anderen Variante der Erfindung wenigstens die erste Elektrode, vorzugsweise aber beide Elektroden, konkav gekrümmt ausgebildet sind, so dass im Betrieb der Vorrichtung eine gekrümmte Wellenfront erzeugt wird. Die Vorrichtung ist demnach selbstfokussierend.

30

Eine andere Variante der Erfindung sieht vor, dass der Elektrolyt den zwischen der ersten und der zweiten Elektrode vorhandenen Raum durchströmt. Auf diese Weise können im Betrieb der Vorrichtung stets definierte Betriebsbedingungen auf-
35 rechterhalten werden. Beispielsweise kann mit dem Durchströmen erreicht werden, dass der Elektrolyt vor der gezielt vorgenommenen Erwärmung stets annähernd dieselbe Ausgangstempe-

ratur aufweist. Der Elektrolyt kann hierzu eine Kühleinrichtung durchströmen, welche die Temperatur des Elektrolyten konstant hält.

- 5 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den beigefügten schematischen Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

- FIG 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung
akustischer Wellen,
10 FIG 2 den Ausschnitt II aus FIG 1 und
FIG 3 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung
akustischer Wellen mit einer optischen Linse

- Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels handelt es
15 sich bei der in der FIG 1 gezeigten Vorrichtung zur Erzeugung
akustischer Wellen um einen Stoßwellengenerator 1, welcher
beispielsweise für die Lithotripsie oder die Schmerztherapie
verwendet werden kann. Der Stoßwellengenerator 1 ist im we-
sentlichen rotationssymmetrisch zu seiner akustischen Achse A
20 ausgebildet und weist ein aus mehreren Teilen 3 bis 5 zusam-
mengesetztes Gehäuse 2 aus Aluminium, welches der elektri-
schen Abschirmung dient, auf.

- Frontseitig ist das Gehäuse 2 mit einem in der FIG 1 schema-
25 tisiert dargestellten Koppelbalg 6 verschlossen, welcher zur
Anlage an einen Patienten P gebracht werden kann und mit ei-
nem Ausbreitungsmedium für akustische Wellen, im vorliegenden
Fall Wasser 7, gefüllt ist. An das Wasser 7 grenzt eine erste
kreisförmig ausgebildete Elektrode 8 an, welche als Membran
30 dient. Die Elektrode 8 ist konkav gekrümmt ausgebildet und an
ihrem äußeren Rand in einer metallischen Klemmvorrichtung 9
fixiert. Eine zweite ebenfalls kreisförmig ausgebildete und
konkav gekrümmte Elektrode 10 ist in einem Abstand d von der
ersten Elektrode 8 auf einem elektrisch isolierenden, aus
35 Kunststoff ausgebildeten Elektrodenträger 11 angeordnet. FIG
2 zeigt in dem Ausschnitt II aus FIG 1 in Vergrößerung die
Anordnung der Elektroden 8 und 10 relativ zueinander.

Der äußere Rand der Elektrode 10 ist zwischen dem Elektroden-
träger 11 und einem ringförmigen Isolator 12 verklemmt. Der
Elektrodenträger 11 und der Isolator 12 sind gegen ringförmige,
gegeneinander und gegen die Gehäuseteile 3 bis 5 gelager-
te Kunststoffteile 13, 14 gelagert. Zwischen dem Elektroden-
träger 11 und dem Gehäuseteil 3 befindet sich Luft L.

Die Elektroden 8 und 10 sind im Falle des vorliegenden Aus-
führungsbeispiels beide aus korrosionsbeständigem Aluminium
ausgebildet und weisen eine homogene Struktur mit wenigstens
im wesentlichen konstanter Schichtdicke s von 100 Mikrometern
und mit glatten Oberflächen, d. h. mit geringer, wenigstens
im wesentlichen konstanter Rautiefe, auf. Die Elektrode 8 ist
außerdem auf ihrer, dem Wasser 7 zugewandten Seite mit einer
elektrisch isolierenden, für Röntgenstrahlen durchlässigen
Beschichtung 15 versehen, was jedoch nicht zwingend erforder-
lich sein muss.

Die Spannungszuführung erfolgt bei dem Stoßwellengenerator 1
koaxial. Das Gehäuseteil 4 sowie das Kunststoffteil 14 ist
mit einer Öffnungen 16 versehen, durch die ein Leiter L1 ei-
nes geschirmten Kabels K zu der Elektrode 10 geführt ist,
welches die Elektrode 10 mit einem in der Figur nicht darge-
stellten, aber an sich bekannten Leistungsimpulsgenerator
verbindet. Die in der metallischen Klemmvorrichtung 9 fixier-
te Elektrode 8 ist über die Klemmvorrichtung mit dem Gehäuse
2 verbunden, welches über den Leiter L2 des Kabels K auf Mas-
sepotential liegt. Demnach liegt auch die Elektrode 8 auf
Massepotential.

Zwischen den Elektroden 8 und 10 befindet sich ein mit einem
Elektrolyt E gefüllter Raum. Bei dem Elektrolyten E handelt
es sich um eine leitfähige Salzlösung oder um einfache Alko-
hole, wie Ethanol oder Methanol, mit ionenleitfähigen Zusät-
zen. An den Klemmstellen der Elektroden 8 in der Klemmvor-
richtung 9 bzw. an den Klemmstellen der Elektroden 10 zwi-

schen dem Elektrodenträger 11 und dem Isolator 12 sowie zwischen dem ringförmigen Kunststoffteil 14 und dem Isolator 12 sind O-Ringe 19 vorgesehen, welche einen unerwünschten Austritt des Elektrolyten E aus dem zwischen den Elektroden 8, 10 befindlichen Raum in das Innere des Gehäuses 2 bzw. aus dem Gehäuse 2 des Stoßwellengenerators 1 verhindern.

Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels durchströmt der Elektrolyt E den von den Elektroden 8 und 10 eingeschlossenen Raum. Der Elektrolyt E wird dem Raum dabei über eine Öffnung 17 in dem Gehäuseteil 4 und dem Kunststoffteil 14 zugeführt, an der eine Leitung 20 angeschlossen ist. Über eine weitere in dem Gehäuseteil 4 und dem Kunststoffteil 14 vorhandene Öffnung 18 kann der Elektrolyt E aus dem Raum zwischen den Elektroden 8 und 10 über eine an die Öffnung 18 angeschlossene Leitung 21 ausströmen. Im Betrieb der Vorrichtung zirkuliert der Elektrolyt E vorzugsweise in einem Kreislauf durch eine Kühleinrichtung 22, welche den Elektrolyten E auf einer annähernd konstanten Temperatur hält. Darüber hinaus können in der Kühleinrichtung 22 Mittel zur Entgasung des Elektrolyten E vorgesehen sein, welche sich unter Umständen im Betrieb der Vorrichtung bilden können und welche, falls sich diese in Form von Gasblasen im Raum zwischen den Elektroden 8 und 10 halten, die Vorrichtung in ihrer Funktion beeinträchtigen können.

Im Betrieb der Vorrichtung werden über den von einer in FIG 1 nicht gezeigten Steuer- und Recheneinheit angesteuerten Leistungsimpulsgenerator in definierter Weise Spannungsimpulse an die Elektroden 8 und 10 angelegt, welche einen durch den Elektrolyten E fließenden Strom hervorrufen, wodurch der Elektrolyt E aufgeheizt wird. Infolge der Erwärmung dehnt sich der Elektrolyt E aus, womit ein Druckanstieg und somit die Erzeugung einer Druckwelle einhergeht. Die durch die an die Elektroden 8, 10 angelegten Spannungsimpulse erzeugten Druckwellen, werden über die Membran 8 in das Wasser 7 und von dort über den Koppelbalg 6 in den Körper des Patienten P ein-

geleitet. Infolge der konkaven Krümmung der Elektroden 8 und 10 steilen sich die erzeugten Druckwellen zu auf einen Fokusbereich F fokussierte Stoßwellen auf, welcher auf eine zu behandelnde Geweberegion G des Patienten P ausgerichtet wird.

5 Die Ausrichtung erfolgt in der Regel mittels Röntgenortung.

Infolge der erfindungsgemäßen Ausführung des Stoßwellengenerators 1 ist der die Elektroden 8, 10, den Elektrodenträger 11, den Elektrolyten E und das Ausbreitungsmedium 7 umfassende Schallwandler des Stoßwellengenerators 1 röntgentransparent, so dass eine Röntgenortung durch den Stoßwellengenerator 1 hindurch erfolgen kann.

In FIG 1 ist schematisiert eine Röntgenstrahlenquelle 30, welche ein kegelförmiges Röntgenstrahlenbündel 31 aussendet, dargestellt. Der Stoßwellengenerator 1 und die Röntgenstrahlenquelle 30 sind derart relativ zueinander ausgerichtet, dass zum einen der Zentralstrahl ZS des von der Röntgenstrahlenquelle 30 ausgehenden Röntgenstrahlenbündels 31 mit der akustischen Achse A des Stoßwellengenerators 1 zusammenfällt und keine Abschattung des kegelförmigen Röntgenstrahlenbündels 31 durch den Stoßwellengenerator 1 erfolgt. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Öffnungsweite W des Stoßwellengenerators 1 bzw. des Schallwandlers an die zur Röntgenortung verwendete Röntgenstrahlenquelle 30 angepasst ist und der Abstand der Röntgenstrahlenquelle 30 von der Vorrichtung möglichst gering gewählt wird. Infolge des Aufbaus des Stoßwellengenerators 1 nach dem erfindungsgemäßen Prinzip kann der Stoßwellengenerator, insbesondere der Schallwandler des Stoßwellengenerators, demnach mit der Röntgenstrahlen durchstrahlt werden. Die außer dem Schallwandler in dem von dem Röntgenstrahlenbündel 31 zu durchstrahlenden Raum des Stoßwellengenerators 1 liegenden Komponenten des Stoßwellenwandlers 1, wie das Gehäuseteil 3, das Wasser 7, welches ähnlich röntgentransparent wie menschliches Gewebe ist, und der Koppelbalg 6, bilden dabei keine Barriere für die Röntgenstrahlung.

Von großem Vorteil ist es, dass die Elektroden 8, 10 eine nur geringe Schichtdicke s , eine homogene Struktur und glatte Oberflächen aufweisen, so dass keine Strukturen der mit der Röntgenstrahlung durchstrahlten Elektroden 8, 10 in den Röntgenbildern abgebildet werden.

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau des Stoßwellengenerators 1 kann die Bauhöhe des Stoßwellengenerators 1 verhältnismäßig klein gehalten werden. Die Bauhöhe kann in der Praxis ca. nur die Hälfte des Abstandes des Fokus F von der als Membran dienenden Elektrode des Schallwandlers betragen. Auf diese Weise kann die Strecke, welche das Röntgenstrahlenbündel 31 beim Durchtritt durch den Stoßwellengenerator 1 durchlaufen muss, verhältnismäßig klein gehalten werden, wodurch Probleme durch Abschattungen des Röntgenstrahlenbündels 31 weitgehend vermieden werden können.

Der Elektrolyt E muss im übrigen nicht notwendigerweise den von den Elektroden 8 und 10 eingeschlossenen Raum durchströmen. Vielmehr kann der Elektrolyt E auch stationär abgeschlossen in dem Raum gehalten sein.

Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels sind die Elektroden 8 und 10 konkav gekrümmt ausgeführt. Die Elektroden können jedoch auch ebene kreisförmige ausgebildet sein. In FIG 3 ist in stark schematisierter Weise ein Stoßwellengenerator 40 mit zwei ebenen kreisförmigen Elektroden 41, 42 gezeigt, zwischen denen sich ein Elektrolyt E befindet. Die Elektrode 42 ist auf einem Elektrodenträger 43 aus Kunststoff angeordnet. Die Elektrode 41, welche als Membran dient, ist wie die Elektrode 8 auf ihrer dem akustischen Ausbreitungsmedium 44 zugewandten Seite mit einer in FIG 3 nicht zu erkennenden elektrisch isolierenden Beschichtung versehen. Da mit dem Schallwandler nur ebene akustische Druckwellen erzeugt werden können, ist in Falle des in FIG 3 gezeigten Stoßwellengenerators 40 zur Fokussierung der mit dem Schall-

wandler erzeugten Druckwellen eine akustische Sammellinse 45 vorgesehen, welche innerhalb des Stoßwellengenerators in dem akustischen Ausbreitungsmedium 44 und zwischen der Elektrode 41 und dem die Stoßwellenquelle verschließenden Koppelbalg 46 angeordnet ist. Um den Stoßwellengenerator mit Röntgenstrahlen durchstrahlen zu können, ist auch die akustische Sammellinse 45 aus einem röntgentransparenten Material, z. B. Polystyrol, ausgebildet.

10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung wurde vorstehend am Beispiel zweier Stoßwellengeneratoren 1, 40, welcher für den medizinischen Einsatz vorgesehen sind, beschrieben. Die Anwendung der Vorrichtung ist jedoch nicht auf den Bereich der Stoßwellenerzeugung sowie auf den Bereich der Medizin beschränkt.

15 Im Unterschied zu den vorliegenden Ausführungsbeispielen können die Elektroden auch andere Schichtdicken aufweisen und aus anderen Materialien, z. B. Edelstahl, ausgebildet sein. Die Schichtdicke sowie die Materialwahl ist dabei vom jeweiligen Anwendungsfall abhängig.

20

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen mit einem Schallwandler aufweisend eine erste als Membran dienende und an ein akustisches Ausbreitungsmedium (7, 44) angrenzende Elektrode (8, 41) und eine zweite von der ersten beabstandete Elektrode (10, 42), zwischen welchen sich ein Elektrolyt (E) befindet, wobei der Schallwandler durchlässig für Röntgenstrahlung ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, welche transparent für Röntgenstrahlung ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Elektroden (8, 10, 41, 42) Schichtdicken (s) im Mikrometerbereich aufweisen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher die Elektroden (8, 10, 41, 42) eine homogene Struktur und glatte Oberflächen aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welcher die Elektroden (8, 10, 41, 42) aus einem korrosionsbeständigen Material ausgebildet sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welcher die Elektroden (8, 10, 41, 42) aus Edelstahl oder Aluminium ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, welche eine akustische Linse (45) aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welcher wenigstens die erste Elektrode (8) konkav ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welcher der Elektrolyt (E) den zwischen der ersten und der zweiten Elektrode (8, 10) vorhandenen Raum durchströmt.

Zusammenfassung

Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung akustischer Wellen mit einem Schallwandler, welcher eine erste als Membran dienende und an ein akustisches Ausbreitungsmedium (7, 44) angrenzende Elektrode (8, 41) und eine zweite von der ersten beabstandete Elektrode (10, 42) aufweist, zwischen
10 welchen sich ein Elektrolyt (E) befindet. Erfindungsgemäß ist der Schallwandler für Röntgenstrahlung durchlässig ausgebildet.

FIG 1

112

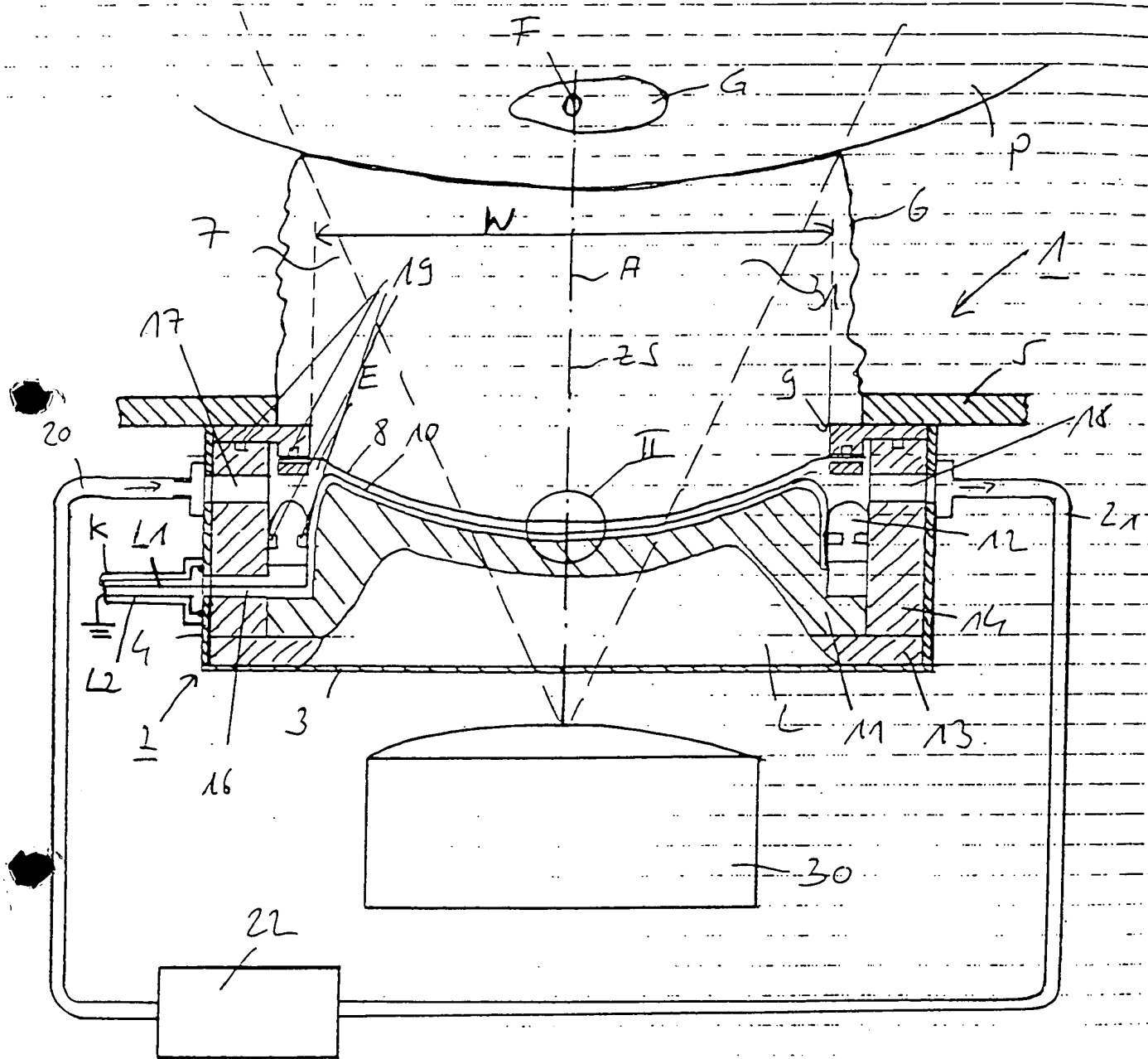


FIG 1

212

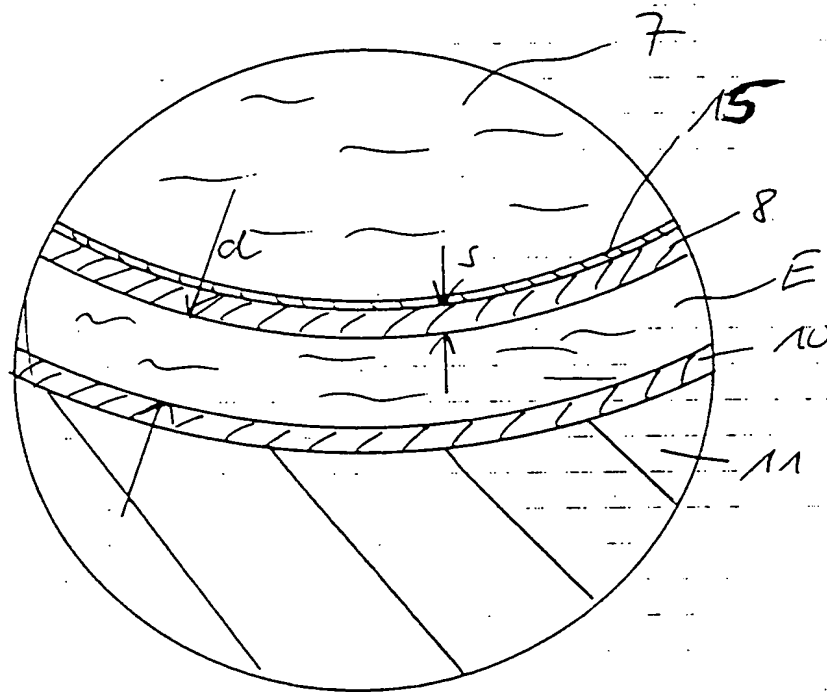


FIG 2

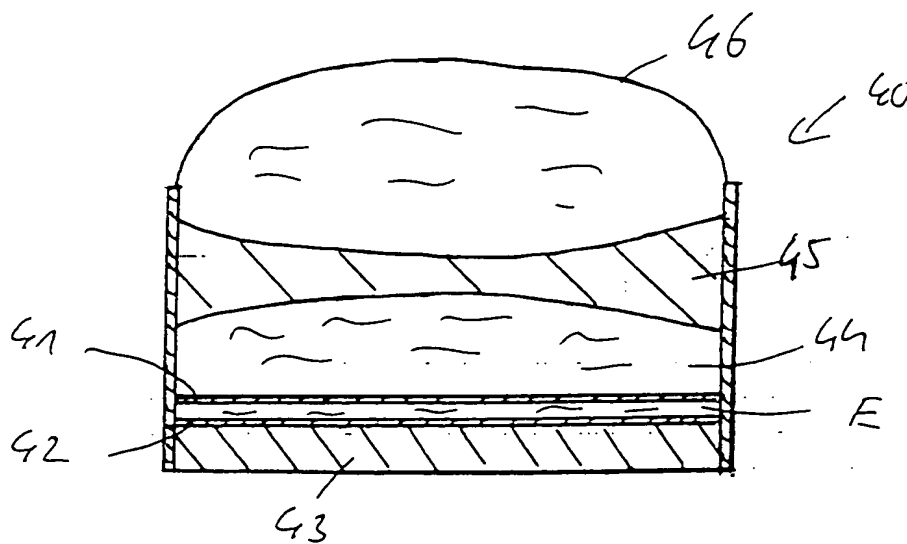


FIG 3